



UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA
Faculdade de Medicina Veterinária

EFEITOS DA ORIGEM E DA ESPÉCIE NA QUALIDADE NUTRICIONAL DO BACALHAU
CONSUMIDO EM PORTUGAL

ÂNGELA REGINA LEÇA DE MELO E CASTRO JARDIM

CONSTITUIÇÃO DO JÚRI

Doutor António S. F. H. Barreto
Doutora Marília C. L. F. Ferreira
Doutor Mário A. G. Quaresma

ORIENTADOR

Doutor Mário A. G. Quaresma

2011
LISBOA



UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA
Faculdade de Medicina Veterinária

EFEITOS DA ORIGEM E DA ESPÉCIE NA QUALIDADE NUTRICIONAL DO BACALHAU
CONSUMIDO EM PORTUGAL

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM SEGURANÇA ALIMENTAR
ÂNGELA REGINA LEÇA DE MELO E CASTRO JARDIM

CONSTITUIÇÃO DO JÚRI

Doutor António S. F. H. Barreto
Doutora Marília C. L. F. Ferreira
Doutor Mário A. G. Quaresma

ORIENTADOR

Doutor Mário A. G. Quaresma

2011
LISBOA

AGRADECIMENTOS

À empresa Riberalves na pessoa do Sr. João Alves e Eng.^a Maria José, pela disponibilidade demonstrada na cedência das amostras de Bacalhau.

À Faculdade de Medicina Veterinária, secção de Tecnologia, nas pessoas da Prof. Marília e Prof. Barreto pela disponibilidade de utilização das infra-estruturas e equipamentos, bem como pela ajuda prestada na elaboração deste trabalho.

Ao Prof. Mário Quaresma por toda a ajuda, disponibilidade e conhecimento que dedicou à realização deste estudo.

À Faculdade de Medicina Veterinária, secção de Bioquímica, na pessoa do seu responsável Prof. Prates pela disponibilização das infra-estruturas e equipamento e à Eng. Sofia Costa pelo apoio na realização das análises.

À Eng.^a Isabel Peixoto pelo apoio e companheirismo que me deu na elaboração deste trabalho.

À Dr.^a Ana Barbosa pela disponibilidade na cedência de manuais de consulta.

Aos meus pais por estarem sempre ao meu lado, apoiando-me e incentivando-me em tudo o que faço.

Ao Pedro, Tiago e Daniel por serem a minha vida, os meus alicerces, sem os quais nada faria sentido.

E a todos os outros que directa ou indirectamente participaram neste estudo e contribuíram para a realização desta dissertação.

Muito Obrigada!

RESUMO

Se tivermos em consideração, a história, a tradição e o gosto dos Portugueses, dificilmente encontraremos, na gastronomia nacional, um produto alimentar que reúna à sua volta o apreço que o bacalhau reúne.

No passado, o bacalhau salgado seco representava uma enorme importância na dieta do povo Português devido ao seu baixo custo e à facilidade de preservação. A importância do bacalhau na dieta dos Portugueses valeu ao bacalhau o epíteto de *fiel amigo*. Actualmente, o bacalhau continua a garantir o sucesso obtido no passado, essencialmente devido às suas características organolépticas e à sua versatilidade enquanto ingrediente de um quase inesgotável número de receitas gastronómicas.

No passado a frota bacalhoeira nacional garantia o abastecimento do bacalhau a Portugal. Actualmente, a situação é bem diferente e Portugal necessita de importar a quase totalidade do bacalhau consumido no país. A escassez de bacalhau do Atlântico levou a que Portugal viesse também a importar bacalhau do Pacífico, espécie diferente, muito abundante e de menor valor comercial.

Apesar da importância do bacalhau nos hábitos alimentares Portugueses, não existem estudos sobre a composição nutricional do bacalhau de diferentes origens nem se comparou a composição do bacalhau do Atlântico com o bacalhau do Pacífico, desconhecendo-se por isso as virtudes e defeitos das 2 espécies.

A importância do tema e a ausência de estudos detalhados sobre o mesmo foram um incentivo extra à realização deste estudo.

Considerando a importância dos ácidos gordos e colesterol na dieta e na saúde do consumidor, foi objectivo deste estudo comparar o perfil de ácidos gordos e o teor de colesterol do bacalhau do Atlântico com o bacalhau do Pacífico e no que respeita ao bacalhau do Atlântico comparar o perfil de ácidos gordos provenientes de águas da Noruega e Islândia, principais fornecedores de bacalhau a Portugal.

Analisando os resultados de estudo efectuado, temos que concluir que, apesar do número reduzido de amostras efectuadas, não existem diferenças significativas relevantes relativamente às duas espécies em estudo e relativamente à mesma espécie com zonas de captura distintas. Podemos por isso afirmar que o menor valor de mercado deste produto não é consequência de uma menor qualidade intrínseca, podendo ser consequência de

diferenças organolépticas, não avaliadas neste estudo, ou serem consequência da tradição e do marketing da Noruega.

O estudo permitiu ainda demonstrar que o bacalhau do Atlântico pode apresentar uma indesejada variabilidade na qualidade do produto final, devendo por isso ser monitorizada, por forma a se entender qual o melhor bacalhau a importar.

No final do estudo mantemos viva a perceção que tínhamos no início, de que muito pouco se conhece sobre o bacalhau e sobre a sua qualidade nutricional em particular.

ABSTRACT

If we consider the history, tradition and references of the Portuguese population, it is difficult to find among the Portuguese cuisine, a food product that gathers so many enthusiasts as dry| salted cod does.

In the past, dried salted cod presented an enormous importance in the diet of the Portuguese people because of their low cost and ease maintenance. The importance of dry salted cod in the Portuguese diet led it earn the epithet of the “faithful friend”. Nowadays, cod continues to ensure great success, mainly due to their organoleptic characteristics and its versatility as an ingredient in a nearly endless number of food recipes.

In the past the national cod fishing fleet guarantee the supply of cod to Portugal. Currently, the situation is quite different and Portugal must import almost all the cod consumed in the country. The scarcity of Atlantic cod has led to Portugal to also import Pacific cod, a different species, very abundant and with lower commercial value.

Despite the importance of cod in the diet of the Portuguese people, there are no studies available comparing the nutritional quality of cod from the Atlantic with the Pacific, nor comparing the Atlantic cod from different fishing zones, knowing the merits and defects of the two species.

The importance of the subject and the absence of detailed studies on the issue were an added motivation to this study.

Considering the importance of fatty acids and cholesterol in the diet and health of consumers, this study objective was to compare the fatty acid profile and cholesterol content

of the Atlantic cod and Pacific cod, and compare the fatty acid profile and cholesterol content in the Atlantic cod from the waters of Norway and Iceland, main suppliers of cod to Portugal. Analyzing the results of study, we concluded that, despite the reduced number of samples taken, the few significant differences found were absent of relevance for the two species under study and for the Atlantic cod from different fishing zones. Differences found between cod species and fishing zones were absent of nutritional importance, therefore, the lower market value of Pacific cod should not be associated with a lower intrinsic quality, but could be a consequence of some organoleptic difference, not beyond the scope of this study or could just be either a consequence of tradition or a consequence of the Norwegian marketing.

Nevertheless, the study has showed that Atlantic cod may have an undesirable variability in final product quality, which should be continuously scrutinized in order to understand which the best cod to import to Portugal.

At the end of the study we keep alive the perception that we had in the beginning that very little is known about the cod and on its nutritional quality.

ÍNDICE GERAL

Índice Tabelas	VI
Índice de Figuras.....	VII
Lista de Abreviaturas e Siglas.....	VIII
Introdução e Objectivos	- 1 -
PARTE I – Revisão Bibliográfica	- 3 -
1. O Bacalhau enquanto alimento	- 4 -
2. Evolução da pesca do Bacalhau por Portugal.....	- 4 -
3. Evolução do consumo de Bacalhau em Portugal	- 6 -
4. Estatísticas de capturas de Bacalhau no mundo e em Portugal	- 6 -
5. A salga.....	- 7 -
5.1.Salga seca	- 8 -
5.2.Salga seca para formar salmoura.....	- 9 -
5.3.Salga húmida	- 9 -
5.4.Anchovagem	- 10 -
5.5.Salga de bacalhau.....	- 10 -
6.Legislação aplicável ao Bacalhau salgado seco.....	- 10 -
7. Formas de apresentação e Tipos de classificação comercial de Bacalhau	- 11 -
8.Caracterização das espécies em estudo.....	- 12 -
8.1.Bacalhau do Atlântico	- 12 -
8.2. Bacalhau do Pacífico.....	- 14 -
9.Características nutricionais do Pescado.....	- 16 -
9.1.Fracção Lipídica do pescado	- 16 -
9.2.Ácidos gordos saturados	- 17 -
9.3.Ácidos gordos monoinsaturados.....	- 17 -
9.4.Ácidos gordos polinsaturados.....	- 17 -
9.5.Colesterol	- 18 -

9.6.Vitamina E.....	- 19 -
10.Pufa n-3 e a saúde.....	- 20 -
10.1.Doença Cardiovascular	- 20 -
10.2.Cancro.....	- 21 -
10.3.Artrites	- 21 -
10.4.Psoriase.....	- 21 -
10.5.Doença Pulmonar.....	- 22 -
10.6.Doença Hiperactiva	- 22 -
10.7.Doença mental.....	- 22 -
10.8.Gravidez e infância	- 22 -
PARTE II – Material e métodos	- 24 -
1.Caracterização das amostras em estudo	- 25 -
2.Preparação da amostra.....	- 25 -
3.Extracção e quantificação dos Lípidos	- 25 -
3.1.Procedimento.....	- 25 -
3.2.Cálculos.....	- 27 -
4.Transesterificação combinada de ácidos gordos totais	- 27 -
4.1.Procedimento.....	- 27 -
5.Determinação de Vitamina E e Colesterol.....	- 28 -
5.1.Procedimento.....	- 28 -
5.1.1Saponificação e Extracção	- 28 -
5.1.2.Análise por Cromatografia líquida de Alta Pressão (HPLC):.....	- 29 -
5.1.2.1.Reagentes.....	- 29 -
5.1.2.2.Procedimento.....	- 29 -
5.1.2.3.Cálculos.....	- 30 -
5.1.2.4. Análise e Estatística.....	- 30 -
PARTE III – Resultados e discussão	- 31 -
1.Resultados e Discussão.....	- 32 -

2. Conclusão	- 40 -
PARTE IV - Bibliografia	- 41 -

ÍNDICE TABELAS

Tabela 1 – Perfil completo de ácidos gordos do lombo de bacalhau (expressos em mg/g de produto, média±desvio padrão).....	-34-
Tabela 2 – Principais ácidos gordos (g/100 g de bacalhau salgado seco) no lombo de bacalhau.....	-36-
Tabela 3 – Lípidos totais (g/100g de bacalhau salgado seco), sumatórios (SFA, MUFA e PUFA), famílias (n-3) e (n-6) PUFA, colesterol e α -tocoferol.....	-37-

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Dóri. (Fonte: “A grande aventura”, RTP).....	5 -
Figura 2 - Capturas de <i>Gadus morhua</i> , Fonte: FAO (2007).....	6 -
Figura 3 - Capturas de <i>Gadus macrocephalus</i> , Fonte: FAO (2007).....	7 -
Figura 4 – Salga de bacalhau. (Fonte: Grupeixe, S.A.).....	9 -
Figura 5 - <i>Gadus morhua</i> , Fonte: padariaclassic.com.br(2010).....	12 -
Figura 6 - Distribuição mundial de <i>Gadus morhua</i> (vermelho) e países com produção de bacalhau em aquacultura (verde). (Fonte: Sawanboochun, 2009).....	13 -
Figura 7 - Captura Global de <i>Gadus morhua</i> ,(Fonte FAO, 2010).....	14 -
Figura 8 - Produção média de <i>Gadus morhua</i> em aquacultura, (Fonte FAO, 2010).....	14 -
Figura 9 - <i>Gadus macrocephalus</i> (Fonte: www.mariajoaodealmeida.com).....	15 -
Figura 10 - Capturas globais de <i>Gadus macrocephalus</i> ,(Fonte: FAO 2010).....	16 -
Figura 11 - Estrutura dos principais ácidos gordos polinsaturados, (Fonte: Sawanboochun, 2009).....	18 -
Figura 12 - Mapa do Atlântico Norte de acordo com a sua profundidade, Adaptado de http://en.wikipedia.org/wiki/Norwegian_Sea	33 -
Figura 13 - Mapa do Atlântico Norte,a diferentes tonalidades correspondem diferentes profundidades, senso tanto mais profundo quanto mais escuro é o tom de azul, Adaptado do Google Earth.....	34 -
Figura 14 - Somatórios dos principais grupos de ácidos gordos em bacalhau do Atlântico proveniente de 2 zonas distintas (Islândia e Noruega) e bacalhau do Pacífico.....	38 -
Figura 15 - Contribuição das famílias Ómega-3 e Ómega-6 para o total de ácidos gordos em bacalhau do Atlântico proveniente de 2 zonas distintas (Islândia e Noruega) e bacalhau do Pacífico.....	38 -

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AA - ácido araquidónico

BHT - hidroxitolueno butilado / butylated hidroxytoluene

CLA - ácido linoleico conjugado / conjugated linoleic acid

CHR - colesterol/ cholesterol

DCV - doenças cardiovasculares

DHA - ácido docosahexaenóico / docosahexanoic acid

DPA - ácido docosapentaenóico / docosapentaenoi acid

EPA - ácido eicosapentaenóico / eicosapentaenoic acid

FAME - ésteres metílicos de ácidos gordos / fatty acids methyl esters

FAO - Food and Agriculture Organization

GC - cromatografia gasosa / gas chromatography

HDL - lipoproteínas de elevada densidade / high-density lipoproteins

HPLC - cromatografia líquida de alta resolução / high-performance liquid chromatography.

LNA – ácido alfa linolénico/alpha-linolenic acid

LA – ácido linoleico/ linoleic acid

LDL - lipoproteínas de baixa densidade /low-density lipoproteins

PUFA - ácidos gordos polinsaturados / polyunsaturated fatty acids

SFA - ácidos gordos saturados / saturated fatty acids

CRCB – Comissão reguladora do comércio de bacalhau

P – Parâmetro

INTRODUÇÃO E OBJECTIVOS

Os produtos da pesca constituem uma das maiores fontes de alimento para toda a humanidade, contribuindo com uma quantidade significativa de nutrientes para a dieta alimentar da população de vários países. Actualmente, vários estudos, a nível mundial, vêm sendo desenvolvidos no sentido de comprovar que o consumo de peixe está intimamente ligado a vários benefícios para a saúde, dando apoio científico ao conhecimento empírico de há muitos séculos (Scientific Advisory Committee on Nutrition, 2004).

Sendo uma fonte importante de proteína e de outros nutrientes essenciais, de entre os quais se destacam os ácidos gordos polinsaturados (PUFA) da família n-3 (n-3 PUFA), aos quais estão associados vários efeitos benéficos para a saúde, nomeadamente na prevenção do cancro, doenças cardiovasculares e doenças do foro neurológico, são também essenciais ao desenvolvimento fetal na gravidez e infância (Scientific Advisory Committee on Nutrition 2004).

Portugal foi desde sempre um país com grande consumo de pescado, apetência que estará certamente associada a várias condicionantes geográficas e ao espírito aventureiro e descobridor do povo Português. No que respeita ao bacalhau salgado seco, este é utilizado desde o século XVI, sendo presentemente um dos produtos mais apreciados da culinária Portuguesa.

Portugal é actualmente o principal consumidor mundial de bacalhau do Atlântico (*Gadus morhua*), consumindo também bacalhau do Pacífico Norte (*Gadus macrocephalus*), pescado ao largo do Alasca. O consumo nacional *per capita* é estimado em aproximadamente 11 kg/pessoa por ano (Instituto de Navegação das Pescas e do Mar, 2007).

Considerando a importância do peixe na alimentação humana, a relevância do bacalhau salgado seco para a população Portuguesa e a ausência de dados sobre o tema, foram o principal estímulo à realização deste estudo. Devido à importância da fracção lipídica dos alimentos na saúde humana considerou-se estudar a composição da fracção lipídica do bacalhau proveniente de duas espécies: o bacalhau do Atlântico Norte (*Gadus morhua*) e o bacalhau do Pacífico Norte (*Gadus macrocephalus*), tendo-se ainda considerado relevante o estudo do bacalhau proveniente de dois dos principais fornecedores de bacalhau do Atlântico, a Noruega e a Islândia. Com o objectivo de caracterizar a fracção lipídica foi

analisado o teor de lípidos totais, o perfil de ácidos gordos e os teores de colesterol e vitamina E.

PARTE I – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1. O BACALHAU ENQUANTO ALIMENTO ¹

O nome *Bacalhau*, de acordo com o Dicionário Universal da Língua Portuguesa, tem origem no Latim *baccalaureu*, que corresponde ao nome comum para os peixes do género *Gadus* e da família *Gadidea*.

A importância do bacalhau na dieta humana é milenar. Os Vikings, no século VIII, estão descritos como tendo sido o primeiro povo a utilizar massivamente o bacalhau na sua dieta. A conservação do peixe era conseguida através da sua secagem mas sem utilização do sal, como é hoje realizado. A introdução da salga no processo de conservação do bacalhau foi da responsabilidade do povo Basco, existindo registos de que já no ano 1000 se comercializava bacalhau curado, salgado e seco. Em Portugal os primeiros registos de captura e consumo do bacalhau datam ao século XV.

Foram os portugueses o primeiro povo a pescar bacalhau na Terra Nova (Canadá), e em 1508, o Bacalhau correspondia a 10% do pescado comercializado em Portugal.

O bacalhau, peixe de valor inestimável, sempre despertou o interesse comercial dos países com frotas pesqueiras. O interesse na pesca do bacalhau levou ao estabelecimento de acordos e tratados internacionais que visaram regular os direitos da pesca e da sua comercialização. Hoje em dia, com a espécie ameaçada de extinção, estão a ser revistos os tratados que regulam as quotas pesqueiras, no sentido de assegurar a sua reprodução e preservação.

Actualmente, Portugal importa praticamente todo o bacalhau que consome, este chega a Portugal sob a forma de salgado seco, em menor proporção salgado “verde” e também congelado, que posteriormente é salgado e curado nas indústrias nacionais licenciadas para o efeito.

2. EVOLUÇÃO DA PESCA DO BACALHAU POR PORTUGAL ²

Portugal, país com fortes tradições marítimas, provavelmente devido aos extensos quilómetros de costa que integra, iniciou a pesca do bacalhau na Terra Nova, nos finais do séc. XV, e, soube explorar as águas da Gronelândia, da Terra Nova e da Nova Escócia,

¹ Elaborado com base em: Bacalhau, a história de um alimento milenar, disponível em www.bacalhau.com.br

² Elaborado com base em: História do Bacalhau, disponível em www.colegiosaofrancisco.com.br

muito antes da inigualável fonte de riqueza desses mares ser reconhecida por outras nações europeias.

Nos finais do séc. XIX, as embarcações portuguesas enviadas para a pesca do bacalhau eram à vela e construídas em madeira (escunas), sendo praticada a pesca à linha de mão, munida de um único anzol, a bordo dos dóris, pequenas embarcações individuais de fundo chato e tabuado rincado, com 4 a 5 metros de comprimento e 80 a 100 kg de peso (Figura 1).



Figura 1 – Dóri. (Fonte: “A grande aventura”, RTP)

Esta prática era bastante árdua e apenas rentável em regiões onde abundava o peixe. Com o passar do tempo, os pescadores Portugueses mantiveram-se sempre fiéis a esta prática, ao contrário de outros países que foram modernizando a frota pesqueira e as artes de pesca. Como consequência, o atraso português no processo de industrialização determinou um considerável atraso tecnológico na frota de pesca do bacalhau, a qual foi ultrapassada por outros países europeus.

Em 1934, é feita a organização corporativa da Indústria bacalhoeira, e é criada a comissão reguladora do comércio de bacalhau (CRCB), que promove a renovação da frota e fornece incentivos ao desenvolvimento da Pesca de arrasto. Contudo, Portugal manteve-se ainda fiel à pesca à linha de mão.

No início da década de sessenta do século passado, os resultados das pescarias deixaram de ser significativos e a frota de navios diminuiu consideravelmente, até que em 1970 as

águas territoriais do Canadá são alargadas e são estabelecidas cotas máximas de captura para as frotas estrangeiras. A diminuição dos stocks de bacalhau no Atlântico Norte e o estabelecimento de cotas máximas para a captura de bacalhau, aliadas à dureza da pesca na modalidade de pesca à linha conduziram a uma progressiva redução da frota bacalhoeira Portuguesa, que se mantém até a actualidade.

3. EVOLUÇÃO DO CONSUMO DE BACALHAU EM PORTUGAL

Durante muitos anos o bacalhau foi um alimento bastante popular e acessível, sempre presente nas mesas dos Portugueses, independentemente do seu estatuto social.

As limitações de pesca impostas a Portugal e a diminuição dos stocks de bacalhau no Atlântico Norte condicionaram um contínuo aumento do seu valor de mercado. Ao longo da história, o consumo de Bacalhau pela população portuguesa tem sofrido várias oscilações sendo hoje em dia um alimento presente na dieta dos Portugueses, frequentemente associado a momentos festivos de que é exemplo o Natal, onde o bacalhau assume um papel principal na ceia, traduzindo-se actualmente em cerca de 11 kg/pessoa por ano (Instituto de Navegação das Pescas e do Mar, 2007).

4. ESTATÍSTICAS DE CAPTURAS DE BACALHAU NO MUNDO E EM PORTUGAL

Comparativamente com a Islândia e Noruega, Portugal apresenta um volume de capturas de *Gadus morhua*, bastante reduzido (Figura 2), o que justifica que a quase totalidade de bacalhau do Atlântico consumido em Portugal seja importado.

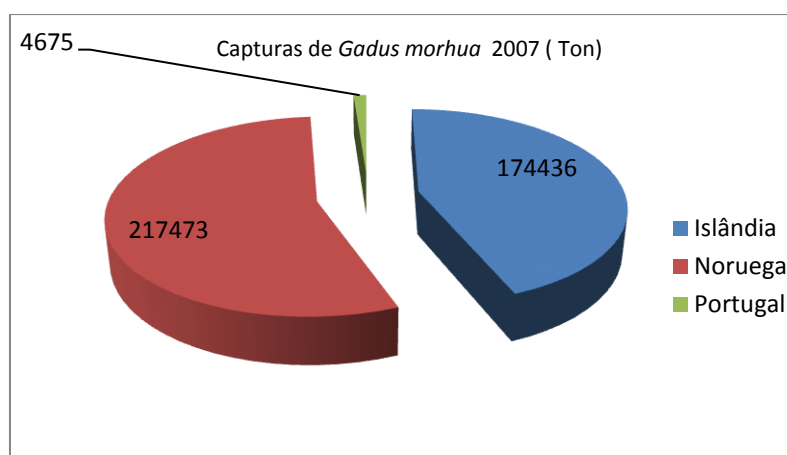


Figura 2 - Capturas de *Gadus morhua*, Fonte: FAO (2007)

Relativamente à captura de *Gadus macrocephalus*, (Figura 3) o continente americano captura um volume muitíssimo superior ao continente europeu. Assim podemos eventualmente atribuir, não só por esta razão, mas associada a outros factores, que a grande maioria do bacalhau consumido em Portugal seja resultado da importação.

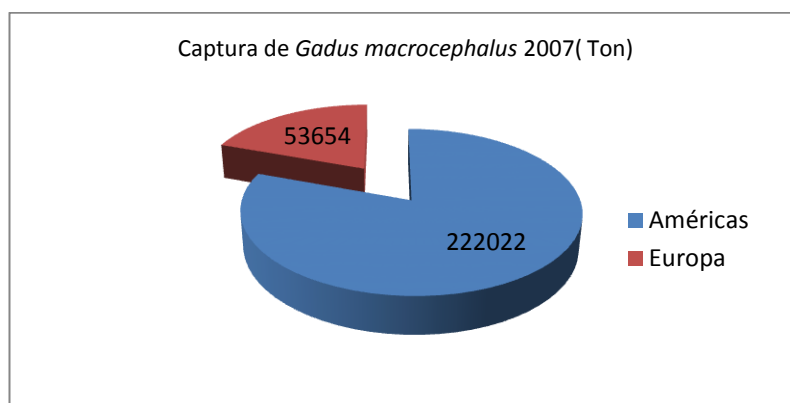


Figura 3 - Capturas de *Gadus macrocephalus*, Fonte: FAO (2007)

5. A SALGA

A salga é um dos métodos mais antigos utilizados pelo homem para conservar os alimentos, incluindo o pescado (Ordóñez et al, 2005). Este processo de conservação baseia-se na extracção da água de constituição do músculo por acção da entrada do sal nos tecidos. O efeito conservador da salga deve-se à redução da actividade da água (aw) do produto devido à sua desidratação parcial e pela concentração de sais no interior das células, inibindo o crescimento bacteriano e a acção enzimática (Ordóñez et al, 2005).

Durante a salga do pescado, a extracção de água que ocorre do interior do músculo, acontece porque a solução salina exterior tem uma concentração superior à da água residual do músculo do pescado, dando origem à formação de um exsudado que se mantém até ao ponto em que se atinge o equilíbrio salino entre o interior e o exterior, altura em que está finalizado o processo da salga (Maddison et al, 1999). Para que o efeito conservador da salga seja efectivo é importante que a diminuição da humidade e a penetração do sal ocorram rapidamente, sendo esta velocidade influenciada pela temperatura, pela pureza do sal e também pela sua concentração (Ordóñez et al, 2005).

O sal utilizado no processo deve estar isento de bactérias halófilas e de impurezas (Ordóñez et al, 2005). Estas impurezas, além de poderem retardar a penetração do sal nos tecidos, podem ainda favorecer a rancificação como é o caso do cálcio e do magnésio, provocar escurecimentos superficiais como o cobre ou produzir aromas anómalos como o sulfato de magnésio (Ordóñez et al, 2005). A quantidade de cálcio e magnésio presente no sal deve situar-se entre 0,3 a 0,6% (w/w) (Lauritzsen & Akse, 1995). Relativamente ao tamanho, os cristais de sal, podem ser mais finos ou mais grossos, em função do tipo de salga que se utiliza. O tamanho dos cristais de sal utilizado é importante porque no caso da salga seca, se o cristal for demasiado fino, o grão de sal dissolve-se rapidamente nos fluidos do peixe provocando uma retirada demasiado rápida de humidade da superfície dos tecidos. Como consequência, a desnaturação das proteínas ocorre rapidamente e dá-se a coagulação proteica, o que vai impedir a posterior penetração do sal no peixe dando origem a uma condição conhecida no comércio como "queimado pelo sal" (Lauritzsen, 2004), que a nível sensorial se traduz pelo endurecimento da superfície do pescado (Maddison et al, 1999), logo nestes casos deve ser usado um sal com uma granulometria maior usando uma granulometria menor para a salmoura.

Como já referi anteriormente, o processo de cura através da salga actua por redução da actividade de água (a_w) e do pH do músculo, tendo uma acção importante ao nível das proteínas, lipídios e outros constituintes dos alimentos. No peixe salgado, ocorre sempre a desnaturação das proteínas mas normalmente ela acontece mais lentamente do que a penetração do sal. Os iões de Na^+ e Cl^- actuam como contra-íões, perturbando a conformação nativa das proteínas. As impurezas existentes no sal (ferro e cobre) são responsáveis pelo aumento da oxidação dos componentes lipídicos (Lauritzsen, 2004), e os produtos da oxidação lipídica e as suas interacções com as proteínas musculares do peixe influenciam as propriedades sensoriais do produto (Lauritzsen, 2004).

Existem 4 tipos de procedimentos de salga - a salga seca, salga seca para formar salmoura, salga húmida e a anchovagem (Ordóñez et al, 2005).

5.1.SALGA SECA

É o método mais antigo de salga do pescado. Preparam-se camadas alternadas de sal e peixe (Figura 4), permitindo que a salmoura formada vá sendo eliminada (Ordóñez et al, 2005). Salgam-se em camadas durante vários dias, semanalmente refaz-se a pilha de peixe

e ressalga-se durante um mês. O produto obtido contém cerca de 50% de água e 18% de sal (Ordóñez et al, 2005).



Figura 4 – Salga de bacalhau. (Fonte: Grupeixe, S.A.)

5.2.SALGA SECA PARA FORMAR SALMOURA

Neste tipo de salga, formam-se camadas de sal e pescado tal como na salga seca, mas a salmoura formada com as exsudações tissulares e o sal, permanece nos recipientes. Pode-se acrescentar mais salmoura ou mais sal, com o objectivo de que o pescado fique completamente submerso no meio (Ordóñez et al, 2005).

5.3.SALGA HÚMIDA

Este método utiliza uma salmoura com um teor de sal correspondente a 26,8% (p/v).Aplica-se a espécies gordas e também como preparação de espécies que depois vão ser processadas em escabeche ou fumadas (Ordóñez et al, 2005).

5.4.ANCHOVAGEM

Consiste na utilização de salga seca para formar salmoura, permitindo ainda a produção de fermentação ou maturação, na qual a textura do pescado se altera, tornando-se mais mole, por acção enzimática e microbiana, favorecendo também o desenvolvimento de fortes odores e sabores (Ordóñez et al, 2005).

5.5.SALGA DE BACALHAU

O bacalhau é a principal espécie de peixe magro que se salga por este método. Na preparação para a salga, começa-se por eviscerar o bacalhau, retira-se a cabeça, escala-se e lava-se. Em grandes tinhas assentam-se camadas de sal e de pescado, sempre com a pele para baixo, e mantém-se por três semanas (Ordóñez et al, 2005). Posteriormente colocam-se as peças de bacalhau com a pele para cima em pilhas de 90 cm, de modo, que o seu peso faça sair a salmoura do pescado (Figura 4). A cada 24 horas refaz-se a pilha para a salmoura contendo água, sal e também proteína dissolvida continue a exsudar (Ordóñez et al, 2005). A percentagem de sal no bacalhau varia entre 4 e 20% e a percentagem de humidade também é variável diminuindo posteriormente com a conjugação do método da secagem. O produto final salgado seco perde cerca de 60 % do seu peso em relação ao pescado fresco, eviscerado e sem cabeça (Ordóñez et al., 2005).

6.LEGISLAÇÃO APLICÁVEL AO BACALHAU SALGADO SECO

Os produtos da pesca bem como todos os produtos de origem animal comercializados em Portugal são abrangidos por uma regulamentação comunitária desde 29 de Abril de 2004. Essa legislação determina os critérios de higiene e segurança desde a produção primária, nomeadamente relativamente aos produtos da pesca, desde a pesca, com o controlo efectuado a nível dos navios, que dependendo da sua dimensão e tempo de pesca têm mais ou menos exigências, até ao momento em que são colocados à disposição do consumidor final. Especificamente para o bacalhau salgado seco, com o objectivo de alcançar elevados padrões de qualidade, assegurar a defesa dos direitos dos consumidores e garantir a livre concorrência dos mercados tentando sempre impedir situações de fraude e especulação, existem diplomas próprios que regulamentam desde as categorias de comercialização até aos teores de sal e humidade permitidos, bem como a sua distinção para as outras espécies, chamadas espécies afins, comercializadas muitas vezes como

bacalhau, mas com um valor comercial e com características nutricionais e organolépticas distintas. Assim a legislação aplicável ao bacalhau salgado seco onde também estão incluídos os controlos a todos os produtos da pesca, é a seguinte:

- Regulamento nº 852/2004 de 29 de Abril que estabelece as regras relativo à higiene dos géneros alimentícios;
- Regulamento nº 853/2004 de 29 de Abril que estabelece regras específicas de higiene aplicáveis aos géneros alimentícios de origem animal;
- Decreto – Lei nº 25/2005 de 28 de Janeiro que estabelece as condições a que deve obedecer a comercialização do bacalhau salgado, verde, semi-seco ou seco, e das espécies afins salgadas, verdes, semi-secas ou secas, também define métodos para a determinação do teor de sal, expresso em cloreto de sódio, e do teor de humidade, e são definidas também temperaturas máximas para a armazenagem e exposição para venda;
- Decreto – Lei 04/2006 de 3 de Janeiro que altera o Decreto – Lei 25/2005 de 28 de Janeiro na alínea g) do artigo 8º e o ponto 10.1 do Anexo II do referido diploma.

7. FORMAS DE APRESENTAÇÃO E TIPOS DE CLASSIFICAÇÃO COMERCIAL DE BACALHAU

De acordo com o Decreto-Lei nº 25/2005, em Portugal, o bacalhau pode apresentar-se como Bacalhau Salgado Verde, Bacalhau Salgado Semi-seco, Bacalhau Salgado Seco e Bacalhau Salgado Seco de Cura Amarela. Em todas estas formas, o bacalhau foi previamente sangrado, eviscerado, descabeçado, escalado ou filetado, contudo, e após maturação físico-química pelo sal, diferem nos teores de sal, bem como nos teores de Humidade. O Bacalhau Salgado Verde apresenta um teor de sal igual ou superior a 16%, expresso em cloreto de sódio e um teor de humidade superior a 51% e inferior ou igual a 58%; o Bacalhau Salgado Semi-seco apresenta um teor de sal igual ou superior a 16%, expresso em cloreto de sódio e um teor de humidade superior a 47% e inferior ou igual a 51%; o Bacalhau Salgado Seco apresenta um teor de sal igual ou superior a 12% e inferior a 16%, expresso em cloreto de sódio e após lavagem e posterior secagem por evaporação natural ou artificial um teor de humidade inferior ou igual a 47%; por último, o Bacalhau Salgado Seco de Cura Amarela apresenta um teor de sal igual ou superior a 16%, expresso em cloreto de sódio e após lavagem e posterior secagem por evaporação natural ou artificial, possui um teor de humidade inferior ou igual a 45% apresentando uma coloração amarelada característica.

Em Portugal a classificação do bacalhau salgado seco, quanto ao tipo comercial, é a seguinte:

- i) Especial — peixe de 1ª categoria com peso superior a 3 kg;
- ii) Graúdo — peixe de 1ª categoria com peso igual ou inferior a 3 kg e superior a 2 kg;
- iii) Crescido — peixe de 1ª categoria com peso igual ou inferior a 2 kg e superior a 1 kg;
- iv) Corrente — peixe de 1ª categoria com peso igual ou inferior a 1 kg e superior a 0,5 kg;
- v) Miúdo — peixe de 1ª categoria com peso igual ou inferior a 0,5 kg;
- vi) Sortido — peixe de 2ª categoria com os seguintes escalões : >3 kg ; 2 kg-3 kg ; 1 kg-2 kg; 0,5 kg-1 kg; <0,5 kg.

8. CARACTERIZAÇÃO DAS ESPÉCIES EM ESTUDO

O Bacalhau é um peixe teleósteo, de corpo simétrico, com três barbatanas dorsais e duas anais e um barbilhão na sinfise da mandíbula inferior. Pertence à família *Gadidea*, que engloba os géneros mais importantes dos mares setentrionais. A caracterização das espécies em estudo que se segue foi efectuada tendo como fonte a FAO (1990).

8.1. BACALHAU DO ATLÂNTICO

De nome científico *Gadus morhua*, caracteriza-se pela cor variável desde o acastanhado ao esverdeado ou cinzento dorsalmente e mais pálido ventralmente; o peritoneu é prateado (Figura 5).



Figura 5 - *Gadus morhua*, Fonte: padariaclassic.com.br(2010)

Encontra-se ao longo da costa Norte Americana do Atlântico, costa Este e Oeste da Gronelândia, estendendo-se até à Islândia, e costas Europeias desde a Baía de Biscaia ao Mar de Barents, incluindo a região ao longo das Ilhas Bear (Figura 6).

É considerado um peixe demersal, em todo o seu habitat podendo tornar-se pelágico, em algumas circunstâncias hidrográficas, em termos de alimentação e desova.

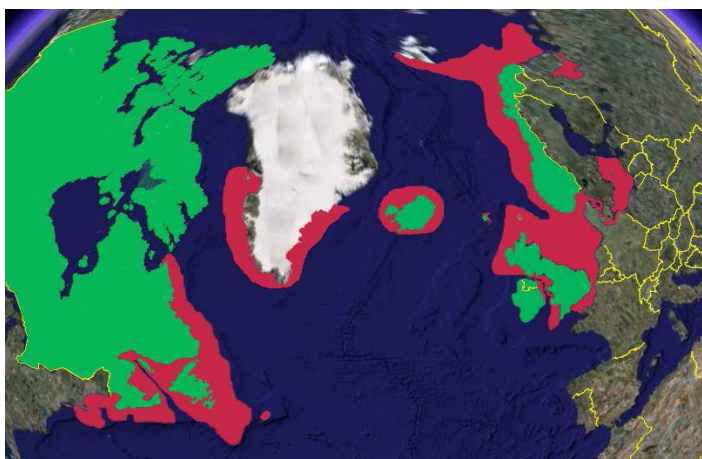


Figura 6 - Distribuição mundial de *Gadus morhua* (vermelho) e países com produção de bacalhau em aquacultura (verde). (Fonte: Sawanboochun, 2009)

Normalmente os peixes maiores são encontrados em águas mais frias (0-5°C). Vive praticamente em qualquer grau de salinidade e numa variação muito grande de temperaturas, desde os 0°C aos 20°C.

O Bacalhau do Atlântico é essencialmente um peixe de mar, contudo aparece regularmente na foz de vários rios no Maine e Massachussets durante o final do Outono e Inverno.

A captura de *Gadus morhua* tem vindo a decrescer ao longo dos anos, tendo se verificado um aumento da sua produção em aquacultura (Figuras 7 e 8). Estes factos devem-se a diminuição do efectivo selvagem, com a espécie em vias de extinção, aumentando a produção em aquacultura no sentido de compensar a sua falta. Contudo, a produção de bacalhau em aquacultura não se destina à produção de bacalhau salgado seco, mas antes à produção de bacalhau para a comercialização fresco tal como é feito com o salmão. A produção de bacalhau em aquacultura, com dimensão equivalente ao bacalhau capturado no atlântico norte não é economicamente rentável.

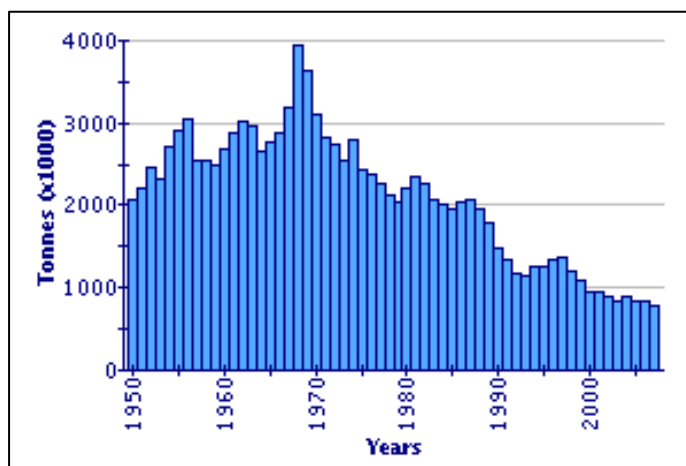


Figura 7 - Captura Global de *Gadus morhua*, (Fonte FAO, 2010)

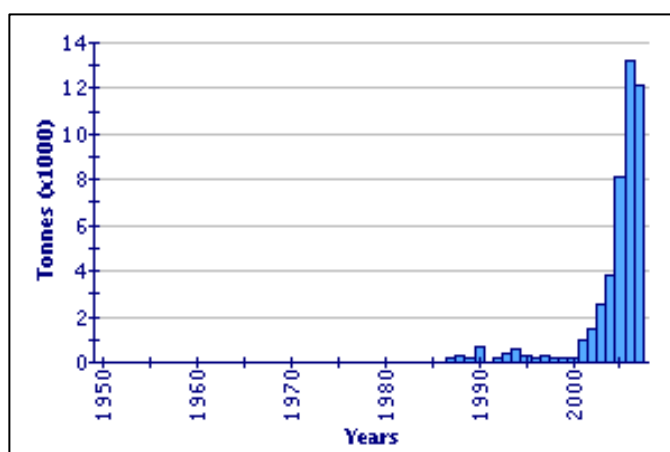


Figura 8 - Produção média de *Gadus morhua* em aquacultura, (Fonte FAO, 2010)

8.2. BACALHAU DO PACIFICO

De nome científico *Gadus macrocephalus*, caracteriza-se por possuir uma cor dorsalmente castanha acinzentada, com manchas e ventralmente mais pálido (Figura 9).

Encontra-se nas imediações do Pacífico Norte, desde o Mar Amarelo até ao Estreito de Bering e para Sul, até Los Angeles.



Figura 9 - *Gadus macrocephalus* (Fonte: www.mariajoaodealmeida.com)

O Bacalhau do Pacífico não faz migrações tão extensas como o Bacalhau do Atlântico, move-se apenas em pequenas distâncias, e as migrações efectuadas por esta espécie, para a desova, foram associadas às variações anuais das temperaturas oceânicas em diferentes partes geográficas.

O alcançar do estadio de maturidade difere entre zonas geográficas, idade e tamanho. Dependendo da área onde habitam, alguns peixes atingem a maturidade mais novos e mais pequenos. Atinge, no máximo, um metro de comprimento.

Em função das condições ambientais, uma fêmea põe cerca de 860 000 a 6 400 000 ovos/indivíduo. Desovam uma vez em cada época e os ovos são demersais e aderentes entre si.

O crescimento do Bacalhau do Pacífico é rápido durante os estádios mais novos. A dieta dos adultos inclui peixes como salmões e sardinhas, polvo, grandes crustáceos e camarões, entre outros.

A captura de *Gadus macrocephalus* tem vindo a aumentar ao longo dos anos (Figura 10), o seu aumento é inversamente proporcional à captura de *Gadus morhua* (Figura 7). O total de capturas reportadas na FAO para esta espécie em 1999 foi de 402 244 toneladas. Os países com maiores capturas foram os EUA (237 679 t) e a Rússia (101 929 t).

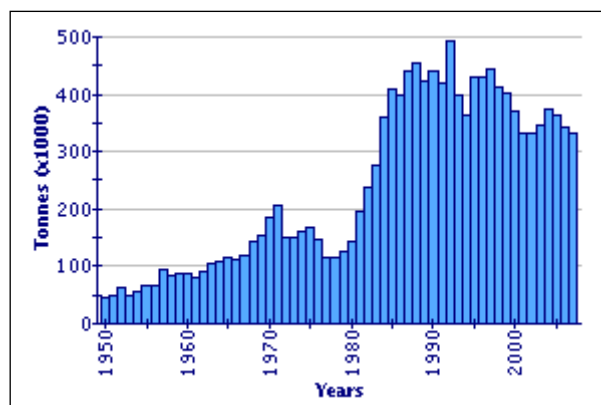


Figura 10 - Capturas globais de *Gadus macrocephalus*, (Fonte: FAO 2010)

9. CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS DO PESCADO

O crescente interesse nas características nutricionais dos alimentos, deve-se à estreita correlação entre a saúde pública e a dieta das populações (Lie, 2001). O consumidor atual está desperto não só para a segurança dos alimentos, mas também para a qualidade e conhecimento das características intrínsecas dos produtos que consome. Contudo, a qualidade é um conceito muito complexo, multifactorial, que engloba vários âmbitos e que depende do critério de utilização prevista para o produto.

9.1. FRACÇÃO LIPÍDICA DO PESCADO

Os lípidos são uma importante fonte de energia metabólica, e, são componentes essenciais de todas as membranas celulares.

O pescado é uma fonte importante de ácidos gordos essenciais, minerais (cálcio, ferro, selénio, zinco, etc.) e vitaminas, nomeadamente A, B, E e D (Kirpal, 2003). Os benefícios resultantes da ingestão de pescado estão sobretudo relacionados com a sua fração lipídica, mais concretamente com os ácidos gordos polinsaturados de cadeia longa da família ómega-3 (PUFAs n-3), que, normalmente, são os que se apresentam numa percentagem mais elevada.

9.2. ÁCIDOS GORDOS SATURADOS

Os peixes e mais concretamente o bacalhau apresentam teores relativamente reduzidos de lípidos saturados.

O ácido palmítico (16:0) é o principal ácido gordo saturado no pescado e encontra-se presente em todas as classes tróficas (Corraze, 1999). Os ácidos mirístico (14:0) e esteárico (18:0) apresentam percentagens muito inferiores. Os ácidos saturados de cadeia mais longa como o 20:0, 22:0 e o 24:0 apresentam, normalmente, teores próximos a 1% (Sargent & Whittle, 1981).

Os alimentos ricos em gorduras saturadas podem potencialmente elevar a taxa de colesterol, porque são metabolizadas no fígado e transformadas em colesterol (FAO, 1994).

9.3. ÁCIDOS GORDOS MONOINSATURADOS

Os ácidos gordos monoinsaturados mais frequentes no pescado são o ácido palmitoleico (16:1 n-7) e o ácido oleico (18:1 n-9). Do ponto de vista nutricional, a ingestão de ácidos gordos insaturados reduz a oxidação do Colesterol LDL (Low – density lipoproteins) no homem e contribui para a redução dos níveis de colesterol LDL sem alterações significativas nos teores de colesterol HDL (High – density lipoproteins).

9.4. ÁCIDOS GORDOS POLINSATURADOS

Os ácidos gordos, são classificados de polinsaturados devido à existência de mais do que uma ligação dupla entre os átomos de carbono que os compõem.

Este grupo de ácidos gordos é formado por duas grandes famílias. A família n-6, que deriva do ácido linoleico (LA) e a família n-3, que deriva do ácido linolénico (LNA). O LNA é um ácido gordo essencial para peixes e mamíferos, com um papel fundamental nas funções do cérebro e da retina. Outra família importante de PUFA é os n-6, à qual pertencem o ácido linoleico (LA) e o ácido araquidónico (ARA). O primeiro é um ácido gordo essencial, que desempenha um papel importante no desenvolvimento e na reprodução e o ARA é o maior precursor dos eicosanóides. De entre os principais n-3 PUFA de cadeia longa, destacam-se os ácidos eicosapentaenóico e docosahexaenóico (EPA e DHA respectivamente), sendo os produtos de origem marinha a principal fonte dietética de EPA e DHA (Schmidt *et al.*, 2005).

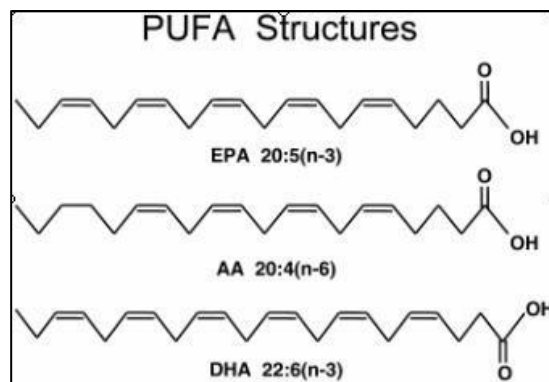


Figura 11 - Estrutura dos principais ácidos gordos polinsaturados, (Fonte: Sawanboochun, 2009)

O LA e LNA e os seus derivados de cadeia longa são componentes importantes das membranas das células vegetais e animais. Estas duas classes de ácidos gordos essenciais (AGE), não são interconvertíveis, são metabólicas e funcionalmente distintos e frequentemente apresentam funções fisiológicas diferentes (Simopoulos, 2002).

Ácidos gordos essenciais são compostos que, por não serem sintetizados pelos animais, têm de ser fornecidos pela alimentação. Os ácidos gordos essenciais afectam a fluidez, a flexibilidade e a permeabilidade das membranas, são precursores dos eicosanóides e estão envolvidos no transporte e no metabolismo do colesterol (Steffens, 1997).

Os ácidos gordos polinsaturados das famílias n-3 e n-6 são essenciais na dieta do homem, devido à incapacidade dos tecidos animais introduzirem ligações duplas nas posições n-1 a n-9 (Uauy & Valenzuela, 2000). O pescado é uma fonte importante de ácidos gordos essenciais, principalmente da família n-3, e a sua introdução na dieta das populações é imprescindível, pois a disponibilidade destes compostos, nos tecidos animais de origem terrestre, é escassa.

A razão entre os PUFA das famílias n-6 e n-3 é um índice usado frequentemente para avaliar o valor nutricional das gorduras. Actualmente existe a tendência para aumentar os níveis de PUFA n-3 na dieta de forma a garantir que a razão n-3/n-6 não seja inferior a 0,25 (Department of Health, 1994), principalmente dos n-3 PUFA cuja disponibilidade em alimentos de origem terrestre é particularmente limitada.

9.5.COLESTEROL

O colesterol é uma molécula produzida ao nível do fígado. Encontra - se amplamente distribuída pelo organismo, sendo particularmente abundante no cérebro, tecido nervoso,

sangue, bÍlis, fÍgado e pele (Tacon, 1989). O colesterol desempenha diversas funções importantes no organismo, é um componente essencial das membranas celulares, precursor de ácidos biliares, hormonas esteróides (incluindo androgénios, estrogénios e corticosteroides) e vitamina D (Tacon, 1989).

Os alimentos ricos em gorduras saturadas podem condicionar um aumento da síntese de colesterol a nível hepático (FAO, 1994). O teor de gordura e a composição da fracção lipídica dos alimentos são factores preponderantes que condicionam os níveis séricos de colesterol do indivíduo e, consequentemente, influenciam o risco de doenças cardiovasculares.

Uma dieta que associe um nível baixo de gorduras saturadas conjuntamente com um nível baixo de colesterol, contribui para a manutenção de baixos níveis de colesterol sérico e desta forma para a prevenção da aterosclerose (Kuller 2004).

9.6.VITAMINA E

A vitamina E é um composto lipossolúvel, com características antioxidantes e devido à sua capacidade para limitar a oxidação, é aconselhada como factor preventivo para a aterosclerose e para o cancro (Schüep, 1997).

Todos os PUFA são altamente susceptíveis à peroxidação pelo que, associadas às crescentes recomendações para um aumento do consumo de ácidos gordos polinsaturados da família n-3, surgem consequentemente mais indicações para aumentar o consumo de antioxidantes, nomeadamente de vitamina E, com o objectivo de prevenir a oxidação lipídica (Zanini et al., 2003).

As necessidades de vitamina E são determinadas pelo tipo, quantidade e qualidade da gordura e sabe-se que aumentam linearmente com o aumento de ácidos gordos polinsaturados da dieta (Zanini et al, 2003). A vitamina E natural inclui 2 grupos semelhantes, mas com actividades biológicas distintas (Schüep, 1997), de compostos lipossolúveis, os tocoferóis e os tocotrienóis. Ambos os grupos derivam do 6-cromanol e diferem entre si na composição da cadeia lateral. Os tocoferóis derivam do tocol, que é formado por uma cadeia fitilo saturada, enquanto os tocotrienóis apresentam uma cadeia isoprenóide triplamente insaturada nas posições 3', 7' e 11' (Azzi & Stocker, 2000). O representante com actividade mais importante e significativa do grupo da Vitamina E é o tocoferol (Schüep, 1997).

A oxidação lipídica do pescado constitui um dos principais problemas relacionados com a sua conservação. O processo oxidativo pode baixar a qualidade nutricional, pela perda de PUFA's de elevado valor nutritivo e baixar a qualidade sensorial através de modificações na textura, cor e cheiro por formação de compostos aromáticos (Lie, 2001).

10. PUFA N-3 E A SAÚDE

Um nutriente essencial é aquele que é necessário para o normal desenvolvimento e funcionamento das células dos mamíferos durante o seu ciclo de vida. As células na sua forma activa ou precursora têm sempre a necessidade de suplementação com um tipo específico de nutriente essencial. Esta necessidade varia com a espécie, género, idade, e presença de factores fisiológicos e/ou patológicos tais como a gravidez, lactação, infância, envelhecimento, infecções, doenças em geral, entre outros (Bergé e Barnathan, 2005).

Os PUFA's, são componentes essenciais para as células dos organismos eucariotas, pois conferem-lhes fluidez, flexibilidade e permeabilidade selectiva (Bergé & Barnathan, 2005) e interferem em muitos processos fisiológicos e celulares, tanto nas plantas como nos animais, incluindo adaptação ao frio e sobrevivência, modulação de canais iónicos, endocitose/exocitose, defesa contra microrganismos potencialmente patogénicos e actividade de enzimas associadas às membranas que são sensíveis às propriedades biofísicas das membranas lipídicas. Os PUFA's (n-3), particularmente, o ácido eicosapentaenóico e o ácido docosahexaenóico, participam e desencadeiam uma grande variedade de efeitos benéficos em áreas que vão desde o desenvolvimento fetal até à prevenção do cancro. Sendo assim, os efeitos benéficos mais associados à ingestão de PUFA n-3, são vários, deixamos aqui um resumo daqueles que têm sido considerados os mais importantes:

10.1. DOENÇA CARDIOVASCULAR

Vários estudos demonstram que as populações que consomem uma grande quantidade de óleo de peixe, têm uma menor incidência de doenças cardiovasculares e que isso se deve provavelmente à acção protectora do EPA e DHA. Investigações recentes concluíram que o efeito mais importante do PUFA (n-3), relativamente à prevenção de doenças cardiovasculares, é a sua capacidade de estabilizar a placa aterosclerótica devido à

redução da infiltração de células do sistema imunitário e células de reacção inflamatória (linfócitos e macrófagos). Juntamente com este factor está também presente o efeito anti-inflamatório do DHA, através da redução dos níveis sanguíneos da proteína - C reactiva, o que leva a uma diminuição do risco de doença coronária, tal como a aterosclerose (Bergé & Barnathan, 2005).

Os PUFA's (n-3), estão também associados à diminuição da hipertensão arterial, e também participam positivamente no sucesso de transplantes cardíacos. São também efectivos na diminuição dos níveis sanguíneos de triglicéridos, no favorecimento da dilatação arterial e têm um potencial efeito anti-trombótico. Todos estes factores contribuem para uma redução do risco de doenças cardiovasculares. Contudo quando a suplementação é excessiva pode-se dar um efeito adverso tal como as hemorragias (Kris – Etherton et al, 2003).

10.2.CANCRO

Alguns estudos demonstraram o efeito dos PUFA's na prevenção de alguns tipos de cancro como uma relação inversamente proporcional entre os níveis sanguíneos de EPA e DHA e o risco de cancro na próstata, ou então com o consumo de óleo de peixe e o aparecimento de adenocarcinomas. Os PUFA's também actuam positivamente contra as sequelas cancerígenas tais como a caquexia, ou prolongando o tempo de vida em doentes terminais (Bergé e Barnathan, 2005). Os vários estudos também demonstraram que o consumo dos PUFA's n- 3 após os tratamentos de quimioterapia pode atrasar ou diminuir o crescimento de células metástáticas (Hardman, 2002)

10.3.ARTRITES

Os PUFA's (n-3) são conhecidos por reduzir a incidência de artrite reumatóide porque diminuindo a produção de interleukina-1 β dá-se uma significativa redução do número de articulações dolorosas (Bergé & Barnathan, 2005).

10.4.PSORIASE

A Psoríase é uma doença comum de pele, caracterizada pelo aumento da concentração de aminoácidos em placas e alteração do metabolismo dos eicosanóides levando a um aumento dos agentes proinflamatórios. Alguns estudos demonstram que os PUFA's (n-3), e mais especificamente o EPA, podem interferir na formação desses agentes proinflamatórios e que a suplementação oral com óleo de peixe beneficiam os doentes com psoríase (Bergé & Barnathan, 2005).

10.5.DOENÇA PULMONAR

Há alguns anos atrás demonstrou-se que crianças que ingeriam regularmente peixe ou derivados tinham um risco diminuído de desenvolver asma em comparação com crianças que não comiam peixe. Suspeitava-se que o EPA era responsável pela redução da inflamação das vias aéreas. Mais tarde, estudos sobre a suplementação com PUFA (n-3), confirmaram este efeito benéfico na dificuldade respiratória e ainda em outros sintomas de pacientes asmáticos. Mais recentemente, foi demonstrado que os PUFAs também são benéficos no tratamento de outras doenças pulmonares tais como a fibrose quística e os enfisemas (Bergé & Barnathan, 2005).

10.6.DOENÇA HIPERACTIVA

A doença hiperactiva é caracterizada por hiperactividade, instabilidade emocional, fraca coordenação motora, falta de atenção e concentração, impulsividade e distúrbios de aprendizagem. É muito comum em crianças em idade escolar com uma incidência entre 4 a 20%. Alguns estudos demonstraram a ligação entre ADHD a uma deficiência de uma cadeia longa de Ácidos gordos, especificamente AA, EPA. Juntamente com a ADHD, outras desordens como a dislexia e a disprexia também têm a deficiência em PUFAs como denominador comum. Estas doenças podem ser prevenidas pela suplementação oral de concentrados de óleos de peixe (Bergé & Barnathan, 2005).

10.7.DOENÇA MENTAL

Vários estudos epidemiológicos demonstraram que uma elevada ingestão diária de ácido linoleico em conjunto com uma ingestão diminuta de EPA e DHA estão associadas a um aumento do risco de demência. Juntamente com a prevenção da probabilidade de demência, os PUFAs, também actuam no combate à depressão, esquizofrenia, Doença de Alzheimer e outras doenças mentais (Bergé & Barnathan, 2005).

10.8.GRAVIDEZ E INFÂNCIA

Uma ingestão adequada de DHA e EPA é particularmente importante durante a gravidez e lactação. Durante este período a mãe deve suplementar a sua alimentação em termos de DHA e EPA, pois o corpo humano não os pode sintetizar. Os PUFA n-3 são necessários para o desenvolvimento do sistema nervoso central (Scientific Advisory Committee on

Nutrition, 2004). O DHA compõe cerca de 15 a 20% dos ácidos gordos do córtex cerebral e 30 a 60% da retina, logo é absolutamente necessário para o normal desenvolvimento do feto e do bebé. Uma deficiência nestes compostos leva a nascimentos prematuros e baixo peso do bebé à nascença. O gasto constante das reservas de DHA maternas pode levar facilmente a deficiências que se podem traduzir em quadros de pré-eclâmpsia e de depressão pós-parto (Bergé & Barnathan, 2005).

PARTE II – MATERIAL E MÉTODOS

1. CARACTERIZAÇÃO DAS AMOSTRAS EM ESTUDO

Foram seleccionados para o estudo duas espécies de Bacalhau, Bacalhau do Pacífico (*Gadus macrocephalus*) e Bacalhau do Atlântico (*Gadus morhua*). As amostras foram gentilmente cedidas pela Riberalves, uma das maiores empresas do ramo de comercialização de bacalhau, representando cerca de 65% do total do mercado português.

As amostras eram constituídas por postas da região do lombo, salgadas e secas, recolhidas aleatoriamente de peixes provenientes das espécies e zonas pretendidas, embaladas a granel (com aproximadamente 300 grs cada). Após a recepção, foram mantidas no laboratório em refrigeração (+5°C) até serem processadas para análise (aproximadamente 1 semana).

2. PREPARAÇÃO DA AMOSTRA

Das postas de Bacalhau destinadas ao estudo foi seleccionado apenas o tecido muscular, desprovido quanto possível de tecido adiposo e de fâscias de tecido conjuntivo. O músculo limpo foi homogeneizado com o auxílio de uma picadora Moulinex (3 X 5 segundos) sendo posteriormente separada em pequenas porções de acordo com a especificidade das análises a efectuar. A porção da amostra utilizada para a análise do colesterol e da vitamina E foi embalada a vácuo e acondicionada a – 20°C e mantida assim até a execução da análise. As amostras destinadas para a análise dos Lípidos totais e Ácidos Gordos foram liofilizadas e armazenadas em exsiccadores com sílica gel activada até à execução das respectivas análises.

3. EXTRACÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS LÍPIDOS

3.1. PROCEDIMENTO

O método de extracção e quantificação dos Lípidos adotado está de acordo com o descrito por Fritsche et al. (2000, 2001).

Os balões de rotoevaporador foram secos numa estufa a 70 °C durante a noite. Terminada a secagem, retiraram-se para um exsicador e foram pesados 1 hora depois, registando-se a massa determinada.

Pesaram-se para cada amostra 250mg de tecido muscular liofilizado, em duplicado, para tubos de 16 ml. A cada tubo foram adicionados 2,5 ml de metanol e deixou-se humedecer a toma de ensaio durante 5 minutos. Os tubos foram agitados no vortex durante 10 segundos e colocados no banho de ultrasons, durante 5 minutos, a 30 °C, com agitação regular. De seguida efectuaram-se quatro extracções:

1ª Extracção: adicionaram-se 5 ml de diclorometano, agitando no vortex durante 10 segundos, seguidos de uma incubação no banho-maria com ultrasons, durante 5 minutos a 30°C. O homogeneizado foi centrifugado a 2500 r.p.m. durante 5 minutos. Recolheu-se a fase líquida de cada tubo que foi filtrada para um tubo plástico de 50 ml.

2ª Extracção: ao resíduo da centrifugação anterior foram adicionados 7,5 ml de solução de diclorometano/metanol (4:1 V/V), foi efectuada uma extracção idêntica à anterior e colocados os tubos no banho de ultra-sons durante 10 minutos. A fase líquida resultante da centrifugação foi recolhida para o mesmo tubo de plástico referido na extracção anterior.

3ª Extracção: à fase sólida resultante da extracção anterior adicionaram-se 7,5 de solução de diclorometano /metanol e executou-se o protocolo anterior, com 5 minutos de agitação no banho-maria com ultra-sons. O sobrenadante foi colhido para o mesmo tubo referido na 1ª extracção.

4ª Extracção: por último, foram adicionados 7,5 ml de *n*-hexano à fase sólida, e repetiu-se o procedimento descrito na 1ª extracção.

A cada tubo de 50 ml, onde foram recolhidos os vários extractos, adicionaram-se 7,5 ml de solução de KCl 0,8%, agitou-se por inversão e procedeu-se a uma centrifugação a 3500 r.p.m. durante 20 minutos.

As fases orgânicas, dos tubos de 50 ml, foram aspiradas e filtradas com filtro separador de fases, humedecidas com diclorometano, para dois balões de roto – evaporador previamente tarados como descrito anteriormente.

Os solventes dos balões foram evaporados em roto – evaporador, a 35°C.

Os seus resíduos foram secos na estufa a 70 °C durante 2 horas, arrefecidos no exsicador e pesados 1 hora depois para determinar os Lípidos totais.

3.2.CÁLCULOS

O cálculo do teor lipídico, expresso em percentagem de gordura, foi dado pela seguinte relação algébrica:

$$\text{Lípidos totais} = \Delta M \times 100/m$$

Sendo:

$$\Delta M = M2-M1$$

M2= massa do balão contendo o resíduo, expressa em g

M1= massa do balão, expressa em g

m = massa da toma de ensaio, expressa em g

O teor de Lípidos totais de cada amostra foi dado pela média aritmética de duas determinações efectuadas em paralelo, tendo-se aceite um coeficiente de variação inferior a 15%.

4. TRANSESTERIFICAÇÃO COMBINADA DE ÁCIDOS GORDOS TOTAIS

4.1.PROCEDIMENTO

A técnica de Transesterificação combinada dos ácidos gordos totais (hidrólise sequencial alcalina e ácida) adotada está de acordo com a descrita por Christie *et al* (2001) e por Raes *et al* (2001).

Pesaram-se para cada amostra 250mg de músculo liofilizado para tubos de 16 ml. A cada tubo foram adicionados 1 ml de tolueno seco. Adicionaram-se 100 µl de padrão interno que se agitou no vórtex durante 1 minuto. Foram adicionados 3 ml de solução de metóxido de sódio 0,5 M colocou-se na estufa a 50 °C durante 10 minutos, deixou-se depois arrefecer à temperatura ambiente. No final da reacção adicionou-se 2 ml de água *Milli Q* e agitou-se 10 segundos.

Segue-se a primeira extracção pela adição de 3 ml de *n*-hexano, seguida de agitação em vórtex 10 segundos, centrifugação a 2500 r.p.m., durante 5 minutos e recolha do sobrenadante para um tubo de 16 ml onde foi previamente adicionado 0,5 g de sulfato de

sódio anidro. Repete-se então nova adição de 3 ml de *n*-hexano, seguida de agitação em vórtex 10 segundos, centrifugação a 2500 r.p.m., durante 5 minutos e recolha do sobrenadante.

Seguidamente agitou-se os tubos de extracção em vórtex durante 10 segundos e centrifugou-se a 2500 r.p.m., durante 5 minutos.

O extracto orgânico foi então aspirado para um tubo graduado, foi evaporado sob corrente de azoto à temperatura ambiente até se ter obtido um volume exacto de 2 ml. Este volume foi filtrado, por filtro de seringa hidrofóbico 0,45 µm, e dividido em duas alíquotas de 1 ml. Uma das alíquotas destinou-se a posterior injeção em Cromatografia Gasosa (determinação do perfil de ácidos gordos totais) e a outra a injeção em HPLC (determinação dos isómeros individuais do CLA).

5.DETERMINAÇÃO DE VITAMINA E E COLESTEROL

5.1.PROCEDIMENTO

A técnica de determinação da Vitamina E e do Colesterol utilizada está de acordo com a descrita por Prates *et al* (2006).

5.1.1 SAPONIFICAÇÃO E EXTRACÇÃO:

Para a saponificação pesaram-se para 2 tubos (duplicado) 0,75 g de amostra de músculo homogeneizado aos quais se adicionaram 0,2 g de ácido ascórbico e 5,5 ml de solução de saponificação. A amostra foi de imediato agitada em vórtex para evitar a aglomeração do músculo. Após a agitação eliminou-se o ar dos tubos por substituição com azoto e a mistura foi novamente agitada até à dissolução completa do ácido ascórbico. A saponificação decorreu num banho-maria a 80°C, com termóstato e agitação a 200 r.p.m. durante 15 minutos.

Após a saponificação os tubos foram arrefecidos em água fria durante 1 minuto. Findo o arrefecimento foram adicionadas à mistura 1,5 ml de água destilada e 3 ml de *n*-hexano, as amostras foram agitadas vigorosamente em vórtex durante 2 minutos e centrifugadas a 2500 r.p.m. durante 5 minutos de forma a acelerar a separação por fases.

As fases superiores do *n*-hexano foram aspiradas para pequenos tubos com tampa aos quais se adicionou sulfato de sódio anidro (uma pequena quantidade na ponta da espátula). O tubo foi agitado em vórtex e foi filtrada uma alíquota das fases do *n*-hexano (superiores) com filtro hidrofóbico 0,45 µm para frascos âmbar de 1,5 ml com septos de teflon.

5.1.2. ANÁLISE POR CROMATOGRAFIA LÍQUIDA DE ALTA PRESSÃO (HPLC):

Na análise simultânea do colesterol e tocoferóis no músculo foi usada uma coluna de sílica de fase com detecção de fluorescência para tocoferóis (excitação a um comprimento de onda de 295 nm e emissão a um comprimento de onda de 325 nm) e UV-visible photodiode array detection para colesterol (202 nm).

Os níveis de colesterol total e tocoferóis no músculo do peixe foram calculados em duplicado e para cada amostra de músculo foram aceites valores com coeficiente de variação <10%.

5.1.2.1. REAGENTES

- Fase móvel: 1% isopropanol em *n*-hexano – Preparada por adição de 1 ml de isopropanol *Lichrosolv* (Merck Biosciences, Darmstadt, Alemanha) em 99 ml de *n*-hexano *Lichrosolv* (Merck Biosciences, Darmstadt, Alemanha)

5.1.2.2. PROCEDIMENTO

Volume injectado = 20 a 100 µl de amostra de forma a obter volumes dentro do intervalo de linearidade das curvas padrão

Fase móvel: 1% isopropanol em *n*-hexano com um fluxo de 1ml/min

Coluna: Sílica de fase normal ajustada a 20°C

Detector: detector de fotodíodos ajustado a 206 nm

O tempo de corrida do método foi de 17 minutos.

5.1.2.3.CÁLCULOS

Os teores de colesterol e tocoferóis no músculo do peixe são calculados, com base numa técnica de padrão externo, a partir da área do pico da curva padrão vs concentração. A curva padrão foi obtida por análise de regressão usando sete concentrações diferentes de soluções padrão em triplicado. O teor total de colesterol/tocoferóis, é expresso em mg/g de músculo para Colesterol total e µg/gr de músculo para os tocoferóis.

5.1.2.4. ANÁLISE E ESTATÍSTICA

A análise estatística realizada recorreu ao programa informático SAS, e o teste seleccionado foi a one-way ANOVA univariada tendo-se realizado 2 análises independentes 1) comparação das espécies (Alaska *versus* Noruega mais Islândia); 2) efeito zona (Noruega *versus* Islândia).

PARTE III – RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O perfil de ácidos gordos, teor de colesterol e de vitamina E em bacalhau do Atlântico (*Gadus morhua*) de duas proveniências (Noruega e Islândia) e bacalhau do Pacífico (*Gadus macrocephalus*) foram neste estudo sujeitos a comparação.

O teor de Lípidos totais em filete de bacalhau fresco é normalmente inferior a 1% do peso total (Jangaard et al., 1967; dos Santos et al., 1993), valor que é na sua quase totalidade constituída por Lípidos polares (fosfolípidos), constituintes essenciais das membranas celulares. Em termos nutricionais, o tecido muscular do bacalhau é um produto magro (teor de Lípidos totais <1% do produto), contudo e apesar disso, uma elevada percentagem dos seus Lípidos são PUFA da família n-3 (também conhecidos por Omega-3), sendo por isso pertinente avaliar se a qualidade dos PUFA é influenciada pela espécie do bacalhau e/ou pela sua origem.

Apesar de já terem sido feitos estudos sobre a composição nutricional de bacalhau e de estes terem sido publicados por entidades nacionais de reconhecido mérito como INSA-Doutor Ricardo Jorge e o IPIMAR, nunca se realizou uma análise que pretendesse comparar a composição nutricional de bacalhau de 2 espécies diferentes (*Gadus morhua* versus *Gadus macrocephalus*), nem se comparou bacalhau do Atlântico proveniente das suas 2 principais zonas pesqueiras (Noruega e Islândia).

Os resultados das análises efectuadas revelaram que as amostras de bacalhau apresentavam um teor de Lípidos totais que oscilava entre 1,1 e 1,8 g/100g de bacalhau salgado seco. Neste parâmetro, verificou-se a inexistência de diferenças significativas entre as 2 espécies de bacalhau em comparação e entre as 2 zonas de captura no Atlântico ($P > 0,05$). Se tivermos em consideração o teor de matéria seca no bacalhau salgado seco, os valores de Lípidos totais obtidos neste estudo estão dentro da gama de valores observados em outros estudos para bacalhau fresco (0,5 a 0,8 g/100 g) (Jangaard et.al, 1967; Ackman, 1989; dos Santos et al., 1993; Copeman and Parrish, 2004).

O teor total de ácidos gordos revelou inexistência de diferenças significativas entre as 2 espécies de bacalhau em comparação. Contudo, no bacalhau do Atlântico verificou-se que o bacalhau capturado na Islândia apresentava um teor de ácidos gordos (6,55 mg/g) significativamente superior ($P < 0,05$) ao bacalhau proveniente da Noruega (5,72 mg/g). Um outro dado importante a registar da análise do teor total de ácidos gordos prende-se com a

variabilidade intrínseca do parâmetro que é de 16,5% no bacalhau do Pacífico, 27% no bacalhau da Noruega e de 54% no bacalhau da Islândia.

A elevada variabilidade observada dentro de todas as variedades de bacalhau era esperada, pois é próprio de produtos alimentares de origem aquática, produzidos sem a interferência do homem. Contudo, os diferentes níveis de variabilidade observados nas diferentes variedades de bacalhau merece uma análise mais atenta. A diferença entre o Bacalhau do Pacífico e o Bacalhau do Atlântico pode estar associada a diferenças inerentes à espécie. No que respeita ao bacalhau do Atlântico, as diferenças observadas na variação do parâmetro entre a Noruega e a Islândia podem ser resultado de vários factores fora do controlo do nosso estudo, e que podem estar associados a diferenças entre os pesqueiros das duas zonas. Tal afirmação resulta do cruzamento de 2 factores importantes: 1) o bacalhau é um peixe de enorme versatilidade em termos de habitat, podendo viver em ambientes que vão desde as águas rasas aos 550 metros de profundidade, adaptando-se a zonas de areia, rocha, com e sem vegetação aquática, adequando também os seus hábitos alimentares ao que o rodeia (Sawanboonchun, 2009); 2) a utilização de dados de cartografia marítima (Figuras 12 e 13) sobre as principais zonas de captura do bacalhau no Atlântico Norte e na costa do Alaska, permitiram observar que tanto o Alaska como a Noruega apresentam uma grande extensão de plataforma continental, enquanto na Islândia a zona de captura do bacalhau se divide entre uma pequena zona com profundidade equivalente à da plataforma Continental (<200 metros) e uma zona maior de profundidade intermédia (200-1000 metros).



Figura 12 - Mapa do Atlântico Norte de acordo com a sua profundidade, Adaptado de http://en.wikipedia.org/wiki/Norwegian_Sea

A adaptabilidade do bacalhau e a diversidade de habitats a diferentes profundidades poderá resultar numa alteração do padrão alimentar e consequentemente numa maior variabilidade na composição do peixe e no perfil de ácidos gordos.

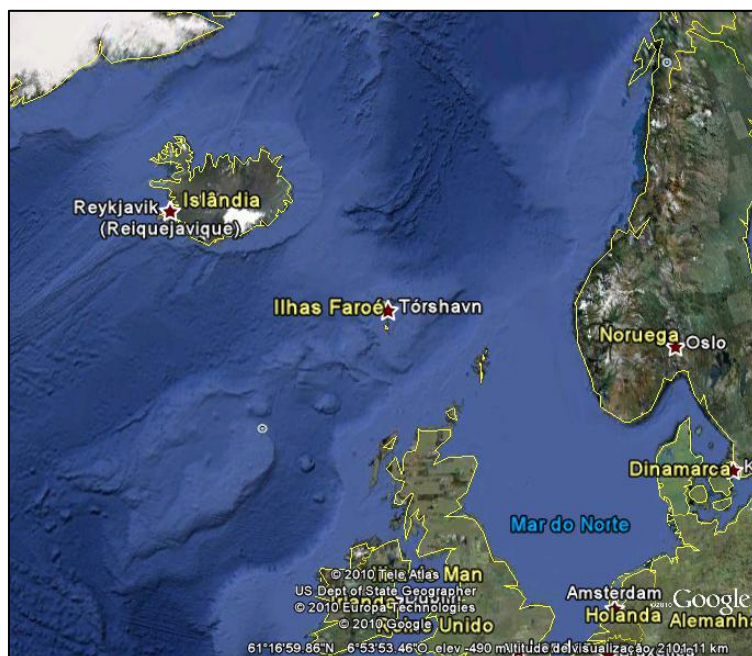


Figura 13 - Mapa do Atlântico Norte, a diferentes tonalidades correspondem diferentes profundidades, senso tanto mais profundo quanto mais escuro é o tom de azul, Adaptado do Google Earth

A análise do perfil de ácidos gordos presente nos lombos do bacalhau revelou que o perfil completo de ácidos gordos (Tabela 1), assentava em 33 ácidos gordos (98,2-99% do total de ácidos gordos), 7 dos quais pertencentes ao grupo dos ácidos gordos saturados (SFA), 10 ao grupo dos monoinsaturados (MUFA) e 16 ao grupo dos poliinsaturados (PUFA).

TABELA 1 – PERFIL COMPLETO DE ÁCIDOS GORDOS DO LOMBO DE BACALHAU (EXPRESSOS EM MG/G DE PRODUTO, MÉDIA±DESVIO PADRÃO)

	Bacalhau		
Ácido gordo	Pacífico	Noruega	Islândia
14:0	0,07±0.01	0,10±0.03	0,11±0.06
15:0	0,02±0.01	0,02±0.00	0,02±0.01
16:0 ai	0,01±0.01	0,00±0.00	0,01±0.01
16:00	1,28±0.22	1,10±0.32	1,47±0.80

16:1w9	0,02±0.00	0,03±0.03	0,04±0.03
16:1w7	0,08±0.02	0,05±0.05	0,10±0.07
17:0 i	0,00±0.01	0,00±0.00	0,00±0.00
16:2w4	0,03±0.01	0,03±0.01	0,04±0.02
17:0	0,01±0.01	0,01±0.01	0,01±0.01
16:3w4	0,00±0.00	0,00±0.00	0,00±0.00
17:1	0,00±0.00	0,00±0.00	0,00±0.00
16:3w3	0,00±0.00	0,00±0.00	0,00±0.00
16:4w3	0,01±0.01	0,00±0.01	0,01±0.01
18:0	0,31±0.04	0,26±0.08	0,31±0.17
18:1w9	0,48±0.07	0,38±0.10	0,55±0.24
18:1w7	0,19±0.04	0,18±0.05	0,22±0.10
18:1w5	0,02±0.02	0,02±0.01	0,02±0.03
18:2w6	0,07±0.02	0,05±0.01	0,07±0.04
18:3w3	0,01±0.01	0,01±0.00	0,01±0.01
18:4w3	0,03±0.01	0,03±0.01	0,04±0.01
20:1w9	0,14±0.03	0,09±0.03	0,15±0.09
20:1w7	0,00±0.00	0,06±0.03	0,03±0.06
20:2w6	0,00±0.00	0,00±0.00	0,00±0.00
20:4w6	0,13±0.04	0,13±0.03	0,13±0.08
20:4w3	0,01±0.01	0,02±0.01	0,01±0.02
20:3w3	0,00±0.00	0,00±0.00	0,01±0.02
20:5w3	0,88±0.17	1,07±0.25	0,94±0.56
22:1w11	0,02±0.01	0,01±0.01	0,02±0.02
22:2w6	0,00±0.00	0,00±0.00	0,00±0.00
22:4w6	0,00±0.01	0,00±0.00	0,00±0.00
22:5w3	0,06±0.04	0,11±0.07	0,05±1.05
22:6w3	1,96±0.43	1,62±0.53	1,75±1.02
24:1w9	0,00±0.01	0,00±0.01	0,00±0.00
Total	6,23±1.03	5,72±1.55	6,55±3.53

Dos 33 ácidos gordos identificados (Tabela 1), restringimos a análise estatística exclusivamente aos ácidos gordos cujo teor percentual fosse igual ou superior a 1%. O perfil de ácidos gordos simplificado ficou assim limitado a 13 ácidos gordos (93,7 -95,8% do

total de ácidos gordos), 3 SFA, 5 MUFA e 5 PUFA (Tabela 2). De entre os principais ácidos gordos destacam-se o ácido docosahexaenóico (22:6n-3; 25,8-31% do total de ácidos gordos), enquanto principal ácido gordo do tecido muscular do bacalhau, seguindo-se por ordem decrescente, o ácido palmítico (16:0; 19-22% do total de ácidos gordos) principal SFA no tecido muscular do bacalhau, o ácido eicosapentaenóico (20:5n-3; 13,9-18,7% do total de ácidos gordos), o ácido oleico (18:1n-9; 6,5-8,5% do total de ácidos gordos) principal MUFA no tecido muscular do bacalhau. Resultados similares no que respeita aos principais ácidos gordos do tecido muscular de bacalhau foram encontrados por Copeman and Parrish (2004), em bacalhau capturado ao largo da costa atlântica do Canadá (Gilbert bay), e Joensen, Steingrund, Fjallstein, & Grahl-Nielsen. (2000) em bacalhau capturado ao largo das ilhas Faroé.

TABELA 2 – PRINCIPAIS ÁCIDOS GORDOS (g/100 g DE BACALHAU SALGADO SECO) NO LOMBO DE BACALHAU

	Bacalhau			Análise estatística	
Ac gordo	Pacífico	Noruega	Islândia	Pacífico/Atlântico	Noruega/Islândia
14:0	00,01	0,02	0,02	*	n.s.
16:0	0,21	0,19	0,22	n.s.	n.s.
16:1w7	0,01	0,01	0,02	n.s.	n.s.
18:0	0,05	0,04	0,05	n.s.	n.s.
18:1w9	0,08	0,07	0,09	n.s.	*
18:1w7	0,03	0,03	n.s.	n.s.	n.s.
18:2w6	0,01	0,01	n.s.	n.s.	n.s.
20:1w9	0,02	0,02	n.s.	n.s.	n.s.
20:1w7	0,00	0,01	n.s.	*	n.s.
20:4w6	0,02	0,02	n.s.	n.s.	n.s.
20:5w3	0,14	0,19	n.s.	n.s.	n.s.
22:5w3	0,01	0,02	0,01	n.s.	*
22:6w3	0,31	0,28	0,26	n.s.	n.s.
Total	99,02	98,58	98,17	n.s.	n.s.

n.s. $P > 0,05$; * $P < 0,05$

A análise estatística realizada ao perfil de ácidos gordos revelou que a composição do bacalhau é para este parâmetro bastante estável apresentando um número relativamente limitado de diferenças significativas entre as variedades em comparação. Assim sendo, a comparação das 2 espécies de bacalhau, Bacalhau do Atlântico e Bacalhau do Pacífico,

(*Gadus morhua* versus *Gadus macrocephalus*) revelou a existência de diferenças significativas em 2 ácidos gordos (14:0 e 20:1n-7).

A comparação de 2 zonas de captura no bacalhau do Atlântico revelou que as diferenças significativas também estavam limitadas a 2 ácidos gordos (18:n-9 e 22:5n-3). Com excepção do ácido Oleico (18:n-9), todos os outros ácidos gordos envolvidos em diferenças significativas são responsáveis por uma pequena percentagem do total de ácidos gordos (1-2% do total de ácidos). A homogeneidade no perfil de ácidos gordos entre as espécies de bacalhau e as zonas de captura fazia prever o que se veio a constatar na análise dos somatórios (Tabela 3), a total ausência de diferenças entre os grupos em análise.

TABELA 3 – LÍPIDOS TOTAIS (G/100G DE BACALHAU SALGADO SECO), SUMATÓRIOS (SFA, MUFA E PUFA), FAMÍLIAS (N-3) E (N-6) PUFA, COLESTEROL E A-TOCOFEROL

Parâmetro	Bacalhau			Análise estatística	
	Pacífico	Noruega	Islândia	P/A	N/I
Lípidos totais¹	1,3±1,1	1,1±0,4	1,8±0,3	n.s.	n.s.
Saturados²	31,1±1,9	33,2±2,6	35,6±1,9	n.s.	n.s.
Monoinsaturados²	14,5±1,5	15,3±1,4	17,6±1,5	n.s.	n.s.
Polinsaturados²	53,0±2,7	50,5±2,4	45,0±2,4	n.s.	n.s.
Ómega 3²	49,0±2,9	46,8±2,5	41,5±2,7	n.s.	n.s.
Ómega 6²	3,3±0,4	3,3±0,6	2,9±0,5	n.s.	n.s.
Colesterol³	109,4±15,8	106,1±15,1	100,1±16,9	n.s.	n.s.
Razão w3/w6	15,1±2,5	14,8±2,9	13,6±5,5	n.s.	n.s.
Alfa-tocoferol³	2,1±0,4	1,3±0,6	1,4±0,3	***	n.s.

P/A Pacífico/Atlântico; N/I Noruega/Islândia

¹ g/100g de bacalhau salgado seco

² g/100g de lípidos

³ mg/100g de bacalhau salgado seco

De entre todos os grupos de ácidos gordos, os PUFA são o principal grupo no tecido muscular de bacalhau sendo responsáveis por 45 a 53% dos ácidos gordos presentes no tecido muscular de bacalhau (Tabela 3 e Figura 14). Os SFA são o segundo grande grupo de ácidos gordos sendo responsáveis por 31 a 36% dos ácidos gordos presentes no tecido

muscular de bacalhau (Tabela 3 e Figura 14). Os MUFA são, por seu lado, o menor grupo de ácidos gordos no tecido muscular de bacalhau, sendo responsáveis apenas por 15 a 18% do total de ácidos gordos (Tabela 3 e Figura 14).

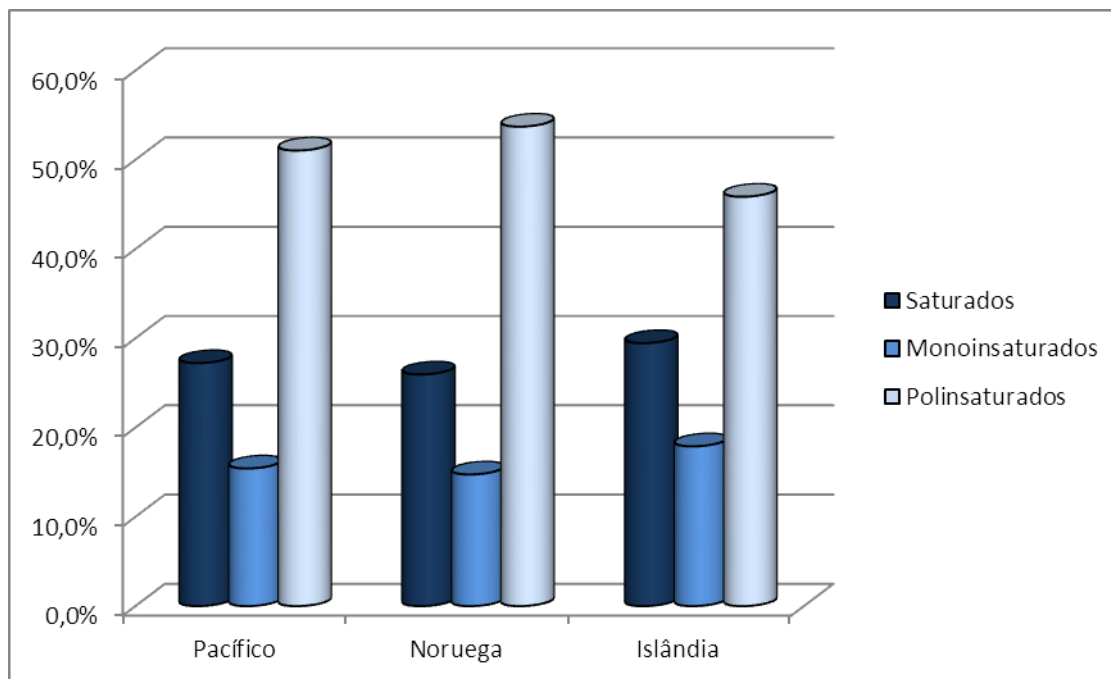


Figura 14 - Somatários dos principais grupos de ácidos gordos em bacalhau do Atlântico proveniente de 2 zonas distintas (Islândia e Noruega) e bacalhau do Pacífico

Uma análise em pormenor dos PUFA revelou que estes são na sua maioria da família n-3 que representam 92,2 a 92,7% de todos os PUFA (Figura 15) e 42 a 49% de todos os ácidos gordos presentes no tecido muscular de bacalhau.

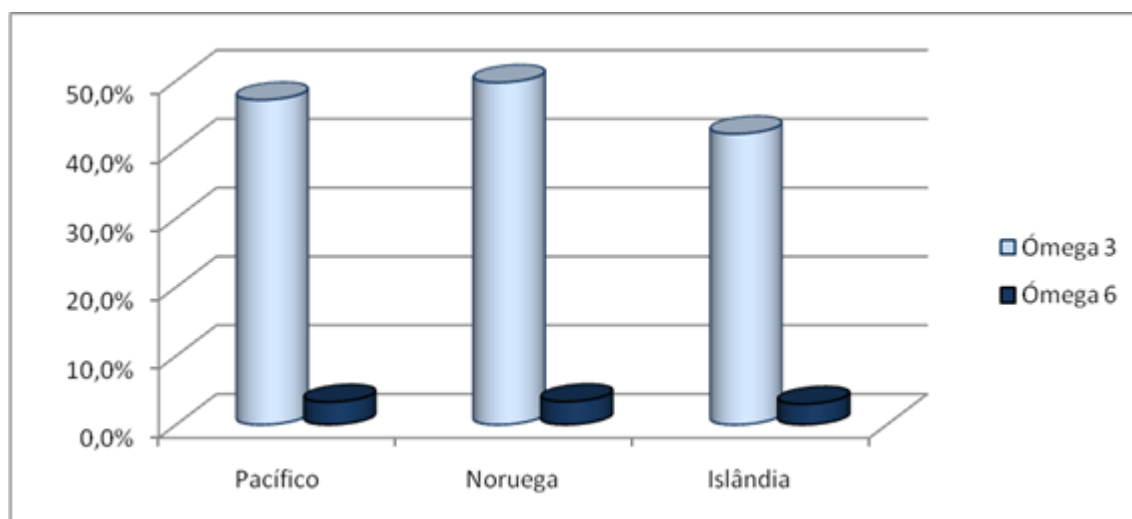


Figura 15 - Contribuição das famílias Ómega-3 e Ómega-6 para o total de ácidos gordos em bacalhau do Atlântico proveniente de 2 zonas distintas (Islândia e Noruega) e bacalhau do Pacífico.

A comparação dos nossos resultados, com os poucos artigos que estão publicados sobre a qualidade nutricional do bacalhau permite constatar que, apesar de se encontrar uma elevada variabilidade dentro das amostras em análise, existe um perfil padrão de ácidos gordos que parece ser constante entre as diferentes zonas de captura do bacalhau (Ilhas Faroé, Islândia, Noruega, Canadá e Alaska). Tal constância no perfil de ácidos gordos parece à primeira vista surpreendente se tivermos em consideração que o bacalhau tem um elevado número de presas potenciais e que adequa a sua dieta à disponibilidade de alimento. Por esta razão seríamos levados a pensar que diferentes habitats estariam associados a uma dieta diferente e isso influenciaria o perfil de ácidos o que aparentemente não é verdade. Mas, contrariamente ao que acontece com os mamíferos terrestres, em que o perfil de ácidos gordos resulta parcialmente dos ácidos gordos presentes nos fosfolípidos membranares e dos ácidos gordos que compõem os triglicéridos armazenados no tecido adiposo, nos peixes magros, o tecido adiposo em contacto com o tecido muscular é mínimo, pelo que o perfil de ácidos gordos é quase exclusivamente dependente dos fosfolípidos membranares.

Os peixes carnívoros, como o bacalhau obtém os ácidos gordos necessários ao seu crescimento e desenvolvimento a partir da dieta, sendo maioritariamente produzidos pelo fitoplankton e zooplankton, elementos basílares da cadeia alimentar marinha (Tocher,2003). A elevada biodisponibilidade de lípidos na dieta parece ser responsável por uma inibição da biosíntese e biotransformação de ácidos gordos (Tocher,2003).

Contudo, diferenças no perfil de ácidos gordos podem ser encontradas em peixes da mesma espécie capturados em zonas diferentes. Tais diferenças podem estar associadas a diferenças de temperatura do meio aquático que estão por sua vez associadas à necessidade das membranas celulares se adaptarem a temperaturas mais baixas (Dunstan et al., 1999; Copeman & Parrish, 2004).

O teor de colesterol no tecido muscular de bacalhau variou entre 100,1 e 109,4 mg/100 g de bacalhau não se tendo verificado diferenças significativas entre as 2 espécies em comparação nem entre as 2 zonas de captura do Atlântico.

A análise aos teores de vitamina E revelou que o α -tocoferol é o principal isómero presente no tecido muscular de bacalhau, apresentando valores que oscilaram entre 2,1 mg/100g de bacalhau do Pacífico e 1,3 mg/100g de bacalhau da Noruega (valores de vitamina E expressos em 100g de bacalhau salgado seco, com teores de Humidade a rondar os 50%). O teor de α -tocoferol no bacalhau do Pacífico revelou ser muito significativamente superior ($P<0,001$) ao teor de α -tocoferol do bacalhau do Atlântico. A diferença observada nos

teores de α -tocoferol podem estar associada a: 1) diferenças próprias da espécie; 2) diferentes formas de conservação do bacalhau, pois o bacalhau proveniente do Alaska chegou a Portugal congelado, enquanto o bacalhau do Atlântico (Noruega e Islândia), chegaram na forma de salgado-verde. Apesar de não existirem estudos prévios sobre os efeitos da conservação do bacalhau, consideramos que a congelação será um método de preservação que proporcionará as melhores condições de estabilidade ao bacalhau.

2. CONCLUSÃO

O número relativamente reduzido de amostras em análise no estudo e a ausência de informação sobre o local exacto das capturas e respectivas datas de captura, bem como a incapacidade de controlar as condições de processamento do peixe desde a sua captura até ao final do seu processamento limitam a amplitude das conclusões do estudo.

Apesar das limitações antes referidas, o presente estudo contribuiu para a desmistificação da qualidade do bacalhau do Pacífico, que nos parâmetros em estudo não revelou uma qualidade nutricional inferior ao bacalhau do Atlântico. Podemos por isso afirmar que o menor valor de mercado deste produto não é consequência de uma menor qualidade intrínseca. O estudo permitiu ainda demonstrar que o bacalhau do Atlântico pode apresentar uma variabilidade na qualidade do produto final, relativamente aos teores de Vitamina E.

No final do estudo mantemos viva a percepção que tínhamos no início, de que muito pouco se conhece sobre o bacalhau e sobre a sua qualidade nutricional.

PARTE IV - BIBLIOGRAFIA

- Ackman, R. G. (1989). Nutritional composition of fats in seafoods. *Prog. Food Nutr. Sci.*, 13, 161-241.
- Azzi, A. & Stocker, A. (2000). Vitamin E: non-antioxidant roles. *Progress in Lipid Research*, 39 : 231-255.
- Bell, J. Gordon, Mc Evoy, John, Webster, John, McGhee, Fiona, Millar, RoseMary, and Sargent, John R. (1998). Flesh Lipid and Carotenoid Composition of Scottish Farmed Atlantic Salmon (*Salmo Salar*). *J.Agric. Food Chem*, 46, 119-127.
- Bergé, J.P., Barnathan, G., (2005). Fatty Acids from Lipids of Marine Organisms: Molecular Biodiversity, Roles as Biomarkers, Biologically Active Compounds, and Economical Aspects. *Adv Biochem Engin/Biotechnol*, 96: 49–125
- Copeman, L. A., & Parrish, C. C. (2004). Lipids Classes, Fatty Acids, and Sterols in Seafood from Gilbert Bay, Southern Labrador. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(15), 4872-4881. doi: 10.1021/jf034820h
- Corraze, G. (1999). Nutrition lipidique. In Guillaume, J.(Ed) – Nutrition et alimentation des poissons et crustacés. INRA, ISBN: 2-7380-0810-0 ; ISBN : 1150-3564 e IFREMER, ISBN : 2-84433-002-9: p. 147-170.
- Decreto-Lei nº 25/2005 de 28 de Janeiro. Diário da República nº 20/2005 – I Série A. Ministério da Agricultura, Pescas e Florestas. Lisboa.
- Decreto – Lei 04/2006 de 3 de Janeiro. Diário da República nº 2/2006 – I Série A. Ministério da Agricultura, Pescas e Florestas. Lisboa.
- Department of Health (1994). Nutritional aspects of cardiovascular disease. *Report on health and Social Subjects n.º46. HMSO, London*
- dos Santos, J., Burkow, I. C., & Jobling, M. (1993). Patterns of growth and lipid deposition in cod (*Gadus morhua* L.) fed natural prey and fish-based diets. *Aquaculture International*, 110, 173-189.
- Dunstan, G. A., Olley, J., & Ratkowsky, D. A. (1999). Major environmental and biological factors influencing the fatty acid composition of seafood from Indo-Pacific to Antarctic waters. *Recent research developments in lipids research*, 3, 63-86.
- Food and Agriculture Organization (1994). Fats and oils in human nutrition. *Divisão de publicações da FAO, Roma, Itália*. ISBN 92-5-5103621-7.

- Food and Agriculture Organization (2002). The state of world fisheries and aquaculture. *Divisão de publicações da FAO, Roma, Itália*. ISBN 92-5-104842-8.
- Food and Agriculture Organization(2010).Species fact sheets placeholder www.fao.org/fisheries/species
- Fristsche, J., Fristsche, S., Solomon, M.B., Mossoba, M. M., Yurawecz, M. P., Morehouse, K. (2000). Quantitative determination of conjugated linoleic acid isomers in beef fat. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 102: 667-672.
- Fristsche, S., Rumsey, T.S., Yurawecz, M., Ku, Y. e Fristsche, J. (2001). Influence of growth promoting implants on fatty acid composition including conjugated linoleic acid isomers in beef fat. *European Food Research and Technology*, 212: 621-629.
- Hamre, K., Berge, R. K., Lie, Ø. (1997). Oxidative stability of atlantic salmon (*Salmo salar*) fillet enriched in α -, γ -, and δ -tocopherol through dietary supplementation. *Food Chemistry*, 62 (2): 173-178.
- História de um alimento milenar, (2009), disponível em www.bacalhau.com.br.
- História do Bacalhau, (2009), disponível em www.colegiosaofrancisco.com.br.
- Jangaard, P. M., Brockerhoff, H., Bugher, R. D., & Hoyle, R. J. (.1967). Seasonal changes in general condition and lipid content of cod from inshore waters. . J. Fish Res. Board Canada, 24, 607-612.
- Joensen, H., Steingrund, P., Fjallstein, I., & Grahl-Nielsen, O. (2000). Discrimination between two reared stocks of cod (*Gadus morhua*) from the Faroe Islands by chemometry of the fatty acid composition in the heart tissue. . Mar. Biol., 136, 575-580.
- Prates, J.A.M., Quaresma, M.A.G., Bessa, R.J.B., Fontes, C.M.G.A., Alfaia, C.M.P.M., Simultaneous HPLC quantification of total cholesterol, tocopherols and beta-carotene in Barrosa-PDO veal Food Chem. (2006), 94, 469-477.
- Kirpal, S. S. (2003). Health benefits and potential risks related to consumption of fish or fish oil. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 38: 336-344.
- Kuller, L.H. (2004). Dietary fat and chronic diseases: Epidemiologic overview. *Journal of the American Dietetic Association (suppl)* S9-S15

- Lauritzsen, K.(2004). Quality of salted cod (*Gadus morhua* L.) as influenced by raw material and salt composition; Norwegian College of Fishery Science,University of Tromso,Dr. scient. Thesis;
- Lie, Ø. (2001). Flesh Quality – The Role of Nutrition. *Aquaculture Research*, 32 (1): 341-348.
- Maddison A.,Machell K., Adams L., (1999). Processamiento de pescado. *Soluciones practicas*, p. 8-9.
- Ordóñez, J.A., Rodriguez, M.I., Álvarez, L.F., Sanz, M.L.G., Minguillón, G.D.,Perales, L.H.,Cortecero, M.D.S.(2005). Tecnologia de Alimentos: Alimentos de Origen Animal (vol.2). Porto Alegre: Artmed Editora. ISBN 85-363-0431-6
- Raes, S. de Smet and D. Demeyer (2001), Effect of double-muscling in Belgium Blue young bulls on the intramuscular fatty acid composition with emphasis on conjugated linoleic acid and polyunsaturated fatty acids, *Animal Science* **73**, pp. 253–260.
- Regulamento nº 852/2004 de 29 de Abril que estabelece as regras relativo à higiene dos géneros alimentícios;
- Regulamento nº 853/2004 de 29 de Abril que estabelece regras específicas de higiene aplicáveis aos géneros alimentícios de origem animal;
- Sargent, J. R., Whittle, K.J. (1981) Lipids and hydrocarbons in the marine food web. In Longhurst A (Ed) Analysis of marine ecosystems. Academic Press, London: 491-533.
- Sawanboonchun, J. (2009). Atlantic Cod (*Gadus morhua* L.) Broodstock Nutrition: The Role Of Arachidonic Acid And Astaxanthin As Determinants Of Egg Quality. M.Sc., UNIVERSITY OF STIRLING, SCOTLAND.
- Schüep, W. (1997). Producción y manejo de datos de composicion química de alimentos en nutrición. Dirección de Alimentación y Nutrición Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Universidad de Chile :Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos.Cap.17,195.
- Schmidt, E. B., Arnesen, H., de Caterina de, R., Rasmussen, L. H., Kristensen, S. D. (2005). Marine *n*-3 polyunsaturated fatty acids and coronary heart disease. Part I.

Background, epidemiology, animal data, effects on risk factors and safety. *Thrombosis Research*, 115: 163-170.

- Scientific Advisory Committee on Nutrition (2004). Advice on fish consumption: benefits & risks. United Kingdom: The Stationery Office. ISBN 0 11 243083 X.
- Simopoulos, A.P. (2002). The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomed Pharmacother*, 56: 365-379.
- Steffens, W. (1997). Effects of variation in essential fatty acids in fish feed on nutritive of freshwater fish for humans. *Aquaculture*, 151: 97-119.
- Tacon, A.G.J (1989). Nutricion y Alimentacion de Peces y Camarones cultivados, Manual de Capacitacion. *Organizacion de las naciones unidas para la agricultura y la alimentacion*, Cap.3, 3.1.6.
- Tocher, D. R. (2003). Metabolism and Functions of Lipids and Fatty Acids in Teleost Fish. *Reviews in Fisheries Science*, 11(2), 107-184. doi: 10.1080/713610925
- Uauy, R., Valenzuela, A. (2000). Marine oils: the health benefits of *n*-3 fatty acids. *Nutrition*, 16 (7/8): 680-683.
- W.W. Christie, J.L. Sébédio and P. Juanéda, A practical guide to the analysis of conjugated linoleic acid (CLA), *INFORM 12* (2001), pp. 147–152
- Yoshida, Y., Niki, E., Noguchi, N. (2003). Comparative study on the action of tocopherols and tocotrienols as antioxidant: chemical and physical effects. *Chemistry and Physics of Lipids*, 123: 63-75.
- Zanini, S.F., Torres, C.A.A., Bragagnolo, N. , Turatti, J.M., Silva, M.G., Zanini, M.S. (2003). Lipid Composition And Vitamin E Concentration in Cockerel Meat. *Lebensm-Wiss.u-Technol*, 36: 697-702.